

УДК 621.74.043.2

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕНАЛАДКИ МАШИН ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ

аспірант О.О. Антоневи¹, д.т.н., проф. В.С. Богушевський¹, к.т.н. Я.К. Антоневи¹¹Національний технічний університет України «КПІ», Інженерно-фізичний факультет, кафедра ФХОТМE-mail: olechka2288@mail.ru

Розглянуто математичні методи вирішення логістичної задачі оптимізації процесу виробництва виливків на ділянці лиття під тиском. Вихідними даними для розрахунків обрано номенклатуру деталей, що виробляються, час переналадки машини для різних деталей та продуктивність ділянки. Задача вирішується методом задачі комівояжера для знаходження найбільшого прибутку від виробництва та раціонального використання робочого часу.

Вступ. При одночасній роботі декількох машин під тиском на одній ділянці виникають задачі найшвидшої переналадки машини з одного типу виливка на інший або зміна сплаву, з якого вони виготовляються. Вирішення таких задач в межах плану виробництва потребує не тільки надійної роботи обладнання але і детального планування логістичних операцій та переміщення обладнання на ділянці. На сьогоднішній день розроблено та детально описано методи планування та вирішення логістичних задач в багатьох сферах промисловості, проте для лиття під тиском вони вирішені недостатньо. Тому актуальною задачею залишається вирішення задач даного типу для ділянок лиття під тиском.

Метою дослідження є підвищення ефективності роботи ділянки лиття під тиском шляхом вирішення логістичної задачі переналадки обладнання в темпі з процесом виробництва.

Результати досліджень

Розглянемо виробничу задачу по виробництву виливків, що вирішується за допомогою алгоритму завдання комівояжера. Дане завдання задається матрицею S порядку n , для якої визначається час переналагодження обладнання при переході від виготовлення одного виду виливки (i) до іншого (j). Рішенням задачі є виробництво виливків всієї номенклатури, що задаються перестановкою індексів $1, 2, \dots, n$. Отримане рішення є сумою n доданків, кожне з яких визначається елементом матриці S відповідно до прийнятого порядку:

$$S_{[1],[2]} + S_{[2],[3]} + \dots + S_{[n-1],[n]} + S_{[n],[1]}.$$

Оптимальним рішенням буде перестановка, яка мінімізує цю суму.

Для деяких пар i, j безпосередній перехід від j до i може бути заборонений (якщо, наприклад, відливки з різних сплавів (i, j)); в цьому випадку елемент матриці S вважається рівним нескінченності. І тоді в разі існування кінцевого рішення задачі оптимальне рішення не містить дуги (i, j).

На кожному кроці алгоритму, що описується, завдання включає n видів виливків, причому з n кроків переходу від однієї виливки до іншої k можуть бути вже встановлені, і потрібно вибрати оптимальним чином ті, що залишилися $n-k$. Для всіх можливих переходів від однієї виливки до іншої необхідно задати значення Y , що представляє собою нижню межу всіх можливих рішень задачі, включаючи і оптимальне.

Таким чином, матриця характеризується числом, що залишилося, $(n-k)$ невідомих кроків маршруту переходу від виготовлення однієї виливки до іншої і нижньою межею Y рішення задачі. Крім того, можна вважати, що для решти кроків відомо принаймні одне рішення задачі (наприклад, перестановка $1, 2, \dots, n$ є рішенням), і нехай Z буде найкраще з них, причому спочатку Z може бути нескінченним. Тепер матриця зазнає подальші зміни за наступним алгоритмом:

а) якщо $n-k=2$, то залишилося не більше двох кроків маршруту і рішення знаходиться відразу. Якщо його значення менше Z , то Z приймається рівним цьому новому значенню і вважається кращим з відомих рішень.

б) якщо Y більше або дорівнює Z , то даний варіант матриці не підходить, оскільки представлені в ній маршрути гірше вже відомих.

в) якщо не відбувається жодне, ні перше, ні друге, то замість вихідної матриці складаються дві. В одній з них вибирається перехід від i до j , в результаті чого нижня межа може зрости, в іншій забороняється перехід від $n-k$ (елемент s_{ij} вважається рівним ∞), в результаті чого нижня межа виразно зростає.

Таким чином, одержувані матриці характеризуються зростаючою нижньою межею і (або) великим числом встановлених кроків. Крім того, для кожної наступної матриці число можливих траєкторій менше, ніж для попередньої й врешті-решт досягається такий стан, коли траєкторія визначена повністю.

Для вирішення задачі задаємося параметрами, що наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Тривалість переналадки машини лиття під тиском

	Кришка	Втулка	Корпус	Блок	Тримач
Кришка	0	15	25	12	30
Втулка	20	0	15	35	18
Корпус	17	10	0	24	11
Блок	15	21	27	0	14
Тримач	8	12	19	24	0

$$S = \begin{vmatrix} - & 15 & 25 & 12 & 30 \\ 20 & - & 15 & 35 & 18 \\ 17 & 10 & - & 24 & 11 \\ 15 & 21 & 27 & - & 14 \\ 8 & 12 & 19 & 24 & - \end{vmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} - & 3 & 13 & M & 18 \\ 5 & - & 0(14) & 20 & 3 \\ 7 & 0(4) & - & 14 & 1 \\ 1 & 7 & 13 & - & 0(2) \\ 0(5) & 4 & 11 & 16 & - \end{vmatrix}$$

В результаті опрацювання було отримано оптимальний варіант переналадки – кришка-блок, тривалість роботи переналадки становить 12 хв.

ВИСНОВКИ

Проаналізовано методи оптимізації переналадки обладнання на дільниці лиття під тиском, показано можливе вирішення логістичної задачі методом комівояжера. Подальші дослідження будуть направлені на розширення кількості параметрів системи для раціонального використання робочого часу та допоміжного обладнання на дільниці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Богушевський В.С., Антонець Я.К. Система керування машинами лиття під тиском // Наукові праці національного університету харчових технологій. – 2013. – № 48. – С. 10 – 16.
2. Костюк Ю.Л. Эффективная реализация алгоритма решения задачи коммивояжера методом ветвей и границ // Прикладная дискретная математика. – 2013. – №2 (20). – С. 78-90.
3. Математические методы и модели исследования операций: Учебник для студентов вузов/под ред. В.А. Колемаева. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. – 592с.